对滇中砂岩铜矿的再认识

李　雷

（西南有色地质勘探公司研究所）

本文认为矿床(点)的分布既与康滇古陆剥蚀区有关，也与盆地中的几条基底隐伏断裂有关。成矿不是在一特定阶段形成，而是具多阶段（多次）性，由同生、成岩、后生及构造一系列地质作用形成的层控矿床，可称为陆源再造矿床。这种矿床受地层、岩性、构造控制，原生晕测量对寻找靶区有重要意义。

关键词：砂岩铜矿；成矿作用；多阶段性；控矿条件

滇中（系指昆明以西、大理以东的地区）产于中生代红层内的砂岩铜矿，储量占全国同类矿床的首位，曾引起不少地质工作者的关注。60年代末至70年代初建成两座大型矿山。开采十余年来，矿石消耗很大，为使矿山持续再生产，急需开展砂岩铜矿的二轮找矿。要取得新的进展，必须进一步总结规律，开阔找矿思路。50年代以岩浆热液理论指导砂岩铜矿的找矿勘探成效不大，60年代初提出砂岩铜矿属沉积成因，使找矿勘探取得长足进展，储量大幅度增长。长期以来，不同的工作者提出了沉积同生、沉积成岩、沉积后生矿床，还有人提出表层构造热液矿床等诸多看法。无论那一种看法都有一定的根据，但又不能使人信服地解释相互矛盾的各种地质现象。

笔者根据长期积累的、特别是近年获得的新资料进行归纳总结，提出初浅看法，权作引玉之砖，共同探讨砂岩铜矿新认识，促进二轮找矿有所突破。

盆地演化与成矿

滇中盆地，状若心形，南北长约300km，东西宽n0km至100km不等，面积约3.6万km²（图1）。区内出露最老的前震旦纪大红山群为优地槽沉积，其上的昆阳群为冒地槽沉积，震旦纪仅在局部低洼地段再度接受沉积。自澂江运动以后，哀牢山一苍山一线以东地区基本结束古扬子地槽的沉积活

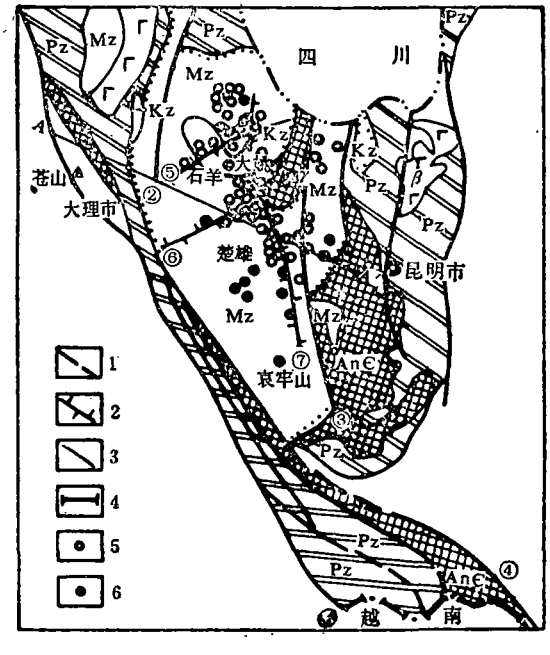

图 1　滇中中生代盆地铜矿分布略图

K_z—新生界；M_z—中生界；P_z—古生界；AnЄ—前寒武系；β—基性岩；γ—花岗岩；1—断裂；2—隐伏断裂；3—不整合线；4—剖面线；5—白垩纪矿点；6—侏罗纪矿点；断裂：①丫口街—墨江断裂；②程海断裂；③绿汁江断裂；④红河断裂；⑤中和街北东向隐伏断裂；⑥老街子北东向隐伏断裂；⑦广通—宜就北西向隐伏断裂

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

动，转化成相对稳定的扬子准地台。到晚二叠世，扬子板块内部发生了划时代的变革——扬子板块解体，裂谷发育，康滇裂谷带形成，拉斑玄武岩沿张裂喷溢。晚三叠世卡尼期—诺利中期产生断陷扩张，形成裂谷盆地（或断陷盆地），揭开了滇中盆地发展史的第一页。此裂谷系于渡口—元谋—新平一带为中部隆起区，东至普渡河断裂之间，西至程海断裂之间为两侧拗陷区。本文主要讨论西部陷区。

晚三叠世：

滇中盆地开始继承早先的基底断裂骨架，在东起普渡河断断，西至程海、红河断裂的范围内先后发生基底断块下陷，山地与盆地分野，形成盆地雏形。区内的广通—宜就北西向隐伏断裂以西首先下降，与滇西海域连成一体，接受滨海—海陆交互相沉积（海相生油岩系、陆相含煤碎屑岩系等），楚雄、石羊两地成为晚三叠世滇中盆地的沉积中心（沉积厚度约6000m），而绿汁江断裂以东的元谋、禄丰地区直到诺利阶才被海水浸漫。

物探地震测深资料（晏贤富，1978）表明，滇中三叠纪沉积基底呈一不对称的瓢弧形，西缓东陡，最深部位在楚雄附近。中和街、老街子分别存在近于平行的两条北东东向隐伏断裂，其间夹持的地块上升形成近东西向的地垒式隐伏隆起。这与三叠纪地层厚度变化基本一致（图2a），基底隐伏断裂当存在无疑。

侏罗纪：

整个滇中盆地基底继续普遍下降，沉积范围逐渐扩大，沉积中心大致在楚雄至南华三街一带，沉积厚度达7000余m。为一套湖相标志明显的紫红色、杂色砂岩、泥（页）岩互层，偶夹泥灰岩及砂砾岩透镜体，岩性变化不大，各统、组地层整合接触。在元谋古陆周围的少数剖面（如元谋鸡冠山剖面）中砂砾成分有所增加，大型单向斜层理及流水波痕发育，说明局部地区有河流相存在。武定、禄劝地区缺失早侏罗世地层，升降运动具差异性。

白垩纪：

滇中白垩纪地层发育，为一套河、湖相为主的红色碎屑岩系，厚约4000～6000m，因受燕山中期运动影响，滇中盆地表现为震荡运动，使古地貌发生较大变化，沉积范围明显收缩。由于升降运动的不均衡性，盆地南部抬高，湖水由南向北退缩，分别在黑井、石羊两地形成两个沉积中心（图2b），近中心部位连续堆积，地层齐全，厚度巨大，整合接触，粒度较细。各统下部以砂砾岩为主，上部以泥岩为主，具由河相向湖相过渡的特征。砾石成分的复杂性、多层性反映了震荡运动频繁。上、中、下统中所夹的砂砾岩即为滇中三个主要含矿层位。

晚白垩世末期的燕山运动，使滇中盆地进一步上升，水域收缩，盐度日趋增高，促成黑井、石羊两地成为尔后（早第三世）规模可观的盐矿基地打下了良好的基础。早第三世的喜马拉雅运动，使地层产生强烈褶皱，形成本区地貌雏型。

根据上述和其他一些实际资料，可得出以下看法：

1．滇中断陷盆地，基底为前震旦纪的结晶杂岩和变质岩系，其上的盖层为中生代红层组成的克拉通盆地。红层下部为海相或海陆交互相形成的含煤碎屑沉积和生油岩系，向上为大陆河流—湖泊沉积物所充填（含铜），最后盆地收缩卤化，形成含盐（岩盐、钙芒硝、石膏）碎屑沉积，属复陆屑式建造。古气候相应为炎热潮湿气候转变为炎热干燥蒸发气候。

2．广通—宜就北西向隐伏断裂以东中生代沉积薄（6000m以内），以西中生代沉积巨厚（厚逾万m），基底呈西缓东陡不对称的瓢弧形（图3）；中和街、老街子两条近于平行的北东向隐伏断裂所夹持的地块上

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

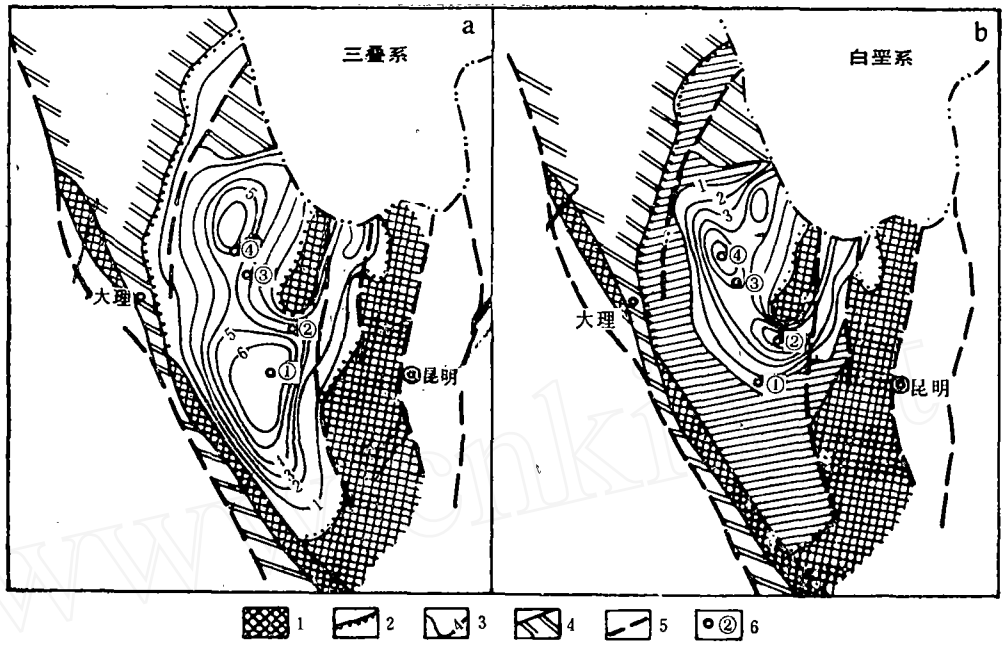

图 2 滇中盆地三叠系、白垩系等厚度图

1—前寒武系剥蚀区；2—不整合界限；3—岩层等厚度线（千米）；4—古生界剥蚀区；5—断裂；6—地名；①楚雄；②黑井；③大姚；④石羊

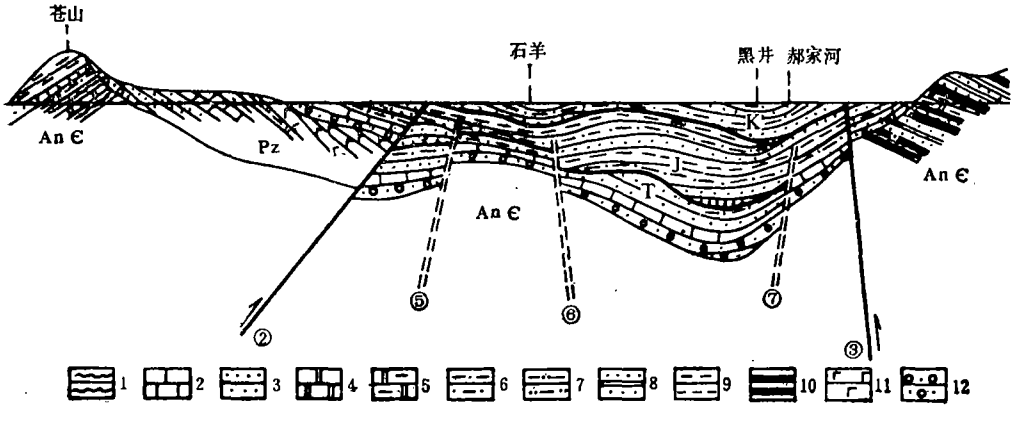

图 3 滇中中生代盆地沉积剖面图(A-A′)

1—混合岩；2—大理岩；3—变粒岩；4—片岩、板岩、千枚岩；5—灰岩；6—白云岩；7—变质砂岩；8—玄武岩；9—砾岩；10—砂岩；11—砂质泥岩；12—泥岩（②③⑤⑥⑦断裂名称同图1）

升，南北两翼地块下降形成地垒式隐伏隆起。这一构造格架控制了滇中中生界盆地的沉积，反映在地表构造形式有别，沉积厚度小的地垒式隆起上以平缓的短轴或碗状向斜和短轴背斜或穹隆为主；沉积相对厚的地堑式断块上以紧密的线状背、向斜褶皱为主，局部倒转，褶皱方向一致，向斜与背斜几乎同等发育。沿隐伏（深）断裂有燕山晚期或喜山期的正长斑岩侵入，岩带与隐伏断裂一致，岩体则与表层褶皱一致。

3．在矿产分布图上，砂岩铜矿明显反映出两种趋势：在元谋古陆周围（约10～30

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

km范围）呈半环状分布；沿中生代沉积厚度梯度变化大（由厚变薄）的地段出现，即主要沿广通—宜就、中和街、老街子隐伏断裂分布。而两者的重叠部位成矿最为有利，矿点多，矿床规模大。

4．滇中红层以湖成砂泥岩为主，重要含矿层是夹于其中的河成砂砾岩，特别是下部点滩和冲积扇。成矿具多层性，已知有16个含矿层位，但工业矿体几乎都集中在早白垩世高峰寺组，中白垩世马头山组，上白垩世江底河组。含矿岩石多为假整合或不整合面上部的砂砾岩。

成矿的多阶段（多次）性

下面的实际材料可以证明滇中砂岩铜矿的成矿作用具有多阶段性：

1．含铜灰色砂岩多出现在背斜顶部，灰色层穿过层理，无或极少有炭质，这种褪色与晚三迭世生油层含有机质的气液向上运移至背斜顶部集中，将红层中的Fe^{3+}还原为Fe^{2+}有关，为构造阶段产物。另外，在灰色层中局部见有两种方式产出的有机炭，一为沿层条带状，一为不规则团块状或作为一种充填物出现在破碎带中。经取样分析，含有机炭0.03～0.38%，个别高达0.75%，平均0.195%，在成岩后生阶段因炭质分解使岩石褪色为灰色。其次，在粉砂岩、泥岩等岩石中可见薄且较稳定的沿层灰色岩石，应为同生阶段的产物。以上不同阶段、不同成因、不同方式形成的灰色层，可以单独产出，也可以相邻产出，甚至叠加在一起，并且都含矿。据实地观察，构造阶段形成的灰色层分布相对广泛且稳定。

2．无论在坑道壁上，还是在掌子面上，甚至在一块露头上可见多次成矿叠加（图4）：①碎屑状铜矿物为同生沉积形成是无可非议的，然而更为普遍的是同生—成岩作用（阶段）形成的散点状、团斑状和层纹状铜矿物；②后生作用（阶段）受压力产生的微细裂隙控制的细脉状铜矿，切割沿层条带状铜矿物；③构造作用（阶段）受构造裂隙控制的含铜石英脉，含铜方解石脉又切割前述两种矿物。

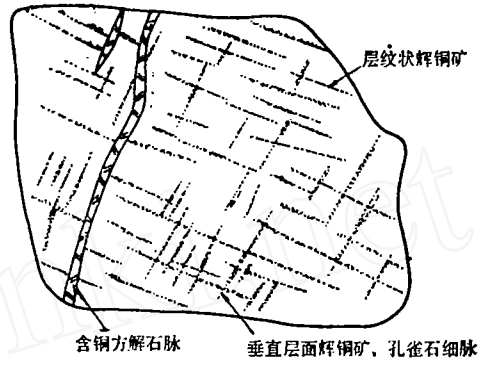

图 4　郝家河矿床4中段1采东壁素描图

3．据郝家河矿区清水河矿床沿层条带状辉铜矿（分子式$Cu_{2.01}S$）经X粉晶分析，属斜方辉铜矿，形成温度当在96℃以下；郝家河矿床脉状铜矿物少数爆裂测温结果：辉铜矿（分子式〔$Cu_{0.8463}Pb_{0.0871}Fe_{0.044}Ag_{0.0209}$〕$_{1.046}S_{0.6483}$）为220℃，斑铜矿200℃；并据六苴矿床含铜石英—方解石脉所作的16件均一测温结果，可分为两组：一组100～140℃，代表性温度120～140℃，为较规则形态低气液比包裹体，呈带状分布，3～17μ，在不同中段的样品中普遍出现，可代表成脉温度，反映了成脉阶段的造脉流体较均一，形成条件相同；另一组为高温包裹体群，220～290℃，二中段的代表性温度为220～240℃，八中段的代表性温度为260～280℃，属温度正常演化系列，包裹体呈带状分布，10～30μ，丰度高，形态不规则，代表重要的热液活动阶段，与铜及其伴生组份的转移、富集、再分配关系密切，是成脉后的流体活动，其影响范围显然应超过脉体分布范围。此外，选了3件石英单矿物样品作矿物包裹体成分分析，其中一件为Na(0.359)>K(0.0307)，$SO_4^{2-}/Cl^-=0.365$，属氯化物卤水。其他两件样为硫酸盐型卤水

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

（据本所包裹体组测定），这同成矿的多阶段（多次）性十分吻合。

4．用数学地质方法，对郝家河Ⅱ$_2$主矿体所作的铜频率直方图为多峰型，亦表明成矿是多次形成的。

5．据陆建有同志的资料，清水河矿床银主要呈辉银矿、角银矿、硫铜银矿等矿物存在于辉铜矿中，少量存在于黄铜矿、孔雀石中。然而仅一部分辉铜矿含银较多，而另一部分根本不含银。究其原因，是存在两个不同世代的辉铜矿，银矿物常常被包裹在重结晶的（第二世代）辉铜矿中。

综上所述，笔者认为，滇中砂岩铜矿的成矿作用贯穿于同生作用至构造作用的整个地质历史演化过程。矿床是多次成矿作用叠加富集的结果，而不是某一特定阶段一次成矿的产物。这种由同生、成岩、后生构造一系列地质作用形成的层控矿床，称之为陆源再造矿床*。现将各阶段的成矿作用表现分述于后：

同生作用阶段：

含铜背景值高的元谋古陆（或康滇古陆）长期遭受剥蚀，在盆地的中生代地层中形成了微弱的第一次铜富集，初步奠定了铜矿床空间和时间上的分布。矿床的同生沉积特征表现为：矿床赋存在一定层位，沿古陆边缘呈环带状分布；矿化面积大，厚度小，具韵律性，多层状；矿物组份简单（辉铜矿、斑铜矿、黄铜矿、黄铁矿）且相似。

成岩作用阶段：

分散在厚大红层中的铜质，在压实作用过程中向上运移至孔隙度好的（砂岩砂砾岩）碱性介质和还原环境中沉淀下来，形成铜的第二次富集。其特征是：矿体总是赋存在灰色岩石与红色岩石侧向过渡带的灰色岩石一侧，略具穿层现象；矿石具散点状、微层状、云雾状、斑点状、结核状构造。最特征的是，铜矿物沿砂粒孔隙和微层理呈不均匀的散点状、微层状分布，粒度小于1mm，均不大于含矿岩石的平均粒度；沿有机质残体交代成矿十分普遍，有的矿床（如桌观山、石板河等）甚至可见铜矿物围绕炭化树枝、树干交代富集；富集轻硫同位素$^{32}S/^{34}S$值变化于22.61～22.84，$\delta^{34}S$的变化为－16.7～－31.4‰，属生物硫性质。据本所和中国科学院微生物研究所鉴定，在灰色岩石中发现有棒菌、放线菌、弧菌、灯丝菌等古细菌遗迹，有时铜硫化物就是矿化的放线菌。说明在还原条件下有机质及微生物对成矿起了一定的作用；含矿岩石中常见白云石、石膏及重晶石呈胶结物或充填物产出，表明金属元素在搬运和沉淀过程中，溶液的盐度可能起了比较重要的作用；成矿温度低于96℃。

后生作用阶段：

由于温度压力增高，形成的矿物晶体较粗大，具交代、重结晶、次生加大等现象，且因负荷压力的作用，出现大量微细裂隙，这有助于含矿溶液的流动、沉淀，造成铜的第三次富集。其特征是：成岩作用阶段形成的莓状黄铁矿转变为立方体和五角十二面体黄铁矿，并出现黄铜矿交代黄铁矿；斑铜矿、辉铜矿交代黄铜矿、黄铁矿，以及辉铜矿交代斑铜矿，或是它们呈共晶或固溶体分离结构。矿石矿物次生加大、重结晶现象普遍，在镜下可见方解石交代石英；铜矿物的产出：一为结核状和斑点状，粒度一般1～10mm，铜铁硫化物粒径大于围岩的平均粒径；一为沿围岩、岩屑、矿物的微细裂隙、解理缝和岩屑的边缘作细脉状、花瓣状、条带状分布。矿体明显地穿过层理，多呈扁豆体群，即矿体边部穿越层理及不同岩性，且有跨层分枝现象，矿体下部富、上部贫，矿体底板极不规则，形态各异，呈港湾状、半岛状、雨滴状等穿入下红层，而矿体上盘界限则较平直（图5a）。成矿温度约

* 姜齐节（1983）高级工程师提出陆源再造矿床这一概念。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

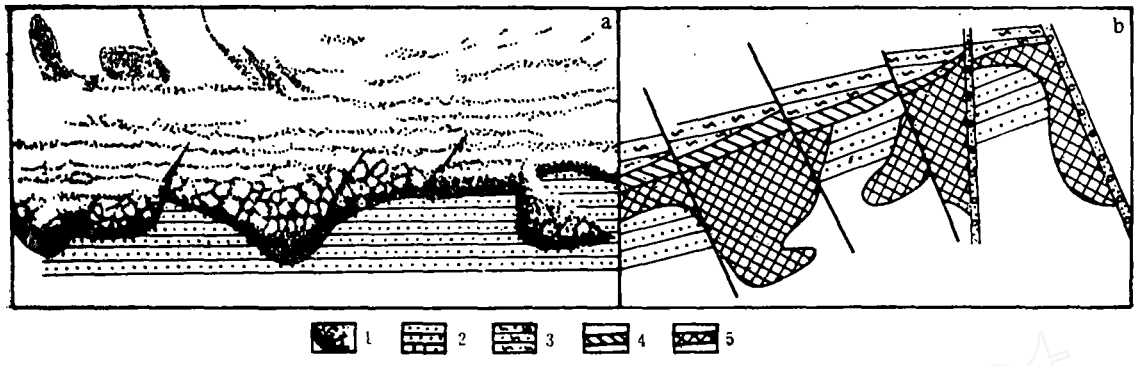

图 5　郝家河1坑8中段1采素描图（a）、西大巷采场横面图（b）

1—辉铜矿；2—紫色砂岩；3—浅色砂岩；4—表外铜矿；5—表内铜矿

200～220℃。

构造作用阶段：

在表层构造挤压作用下，铜质以侧向迁移为主，在层间破碎带或孔隙度甚好的砂岩和砂砾岩中进一步再造，形成铜的再次富集。其特征是：矿体受背斜、穹隆、背斜倾没端及向斜中的次级背斜控制。铜矿物沿裂隙、破碎带富集并形成脉状、角砾状矿石（图5b）。含矿灰色层出现在背斜上部，穿层明显。沿构造破碎带和层间破碎带，含铜、银的石英、方解石脉极为发育。如六苴构造阶段含辉铜矿一斑铜矿的石英、方解石脉沿北西西向张扭性断裂和层间断裂叠加在原有的铜矿体上和铜矿体以外的灰色砂岩中，成矿流体的活动范围比石英一方解石脉分布更为广泛，成矿温度220～290℃。

综上所述，滇中砂岩铜矿，特别是大而富的矿床，几乎都经历了多次（多阶段）成矿作用的叠加。各阶段的成矿均具有特殊性，并留下了可以观察到的烙印。各阶段的成矿是平衡的破坏和新平衡的建立过程，其中平衡乃是一种量变，平衡的破坏则是由量变到质变，即进入到新的成矿阶段。整个成矿过程中硫酸盐卤水起了相当重要的作用，当然也不能忽视氯化物卤水的作用。

尚须提到的是：滇中并非所有的砂岩铜矿床都经历了上述成矿作用阶段的富集。例如三台铜矿，矿体产于向斜中，含矿岩石为粉砂岩、页岩，矿体薄、品位低，且为面型或沿层透镜体状，同生一成岩作用成矿比较清楚，而其他成矿作用不甚明显，亦不重要。另外，还有的小矿床，围岩中含较多的炭质碎屑，铜矿物围绕炭质交代富集，不受构造因素影响。因此，具体矿床要具体分析。

控矿条件与找矿

1．层位对成矿的控制

滇中中生代已知16个含铜层位，探获工业储量仅集中在少数层位中，其中上白垩统江底河组大村段占24.89%，中白垩统马头山组上、下亚段占61.85%，下白垩统凹地苴段占12.70%，上侏罗统妥甸组占0.56%。可见层位对矿床的控制是明显的。工业储量几乎都集中在白垩纪地层中，而整个白垩纪地层，系碎屑岩陆源组份，自下而上（美宜坡段一凹地苴段一郝家河段一大村段）的变化为：石英类含量减少，长石类含量增多，而且郝家河段向大村段过渡，则不稳定岩屑增加，特别是火山岩岩屑增多，岩石类型的变化系自石英砂岩类经长石砂岩类至岩屑砂岩类。故凹地苴与郝家河段的物源区属花岗岩发育的地块，而大村段则属火山岩发育的“构造褶皱区”。但从古动力资料和古陆资

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

料分析，美宜坡段至大村段的物质来源并无多大变化，主要来自北及北东方向的元谋古陆（或康滇古陆），各段岩石在成分上的差异，可能反映了古陆剥蚀深度及砂岩的成熟程度。当凹地苴段、郝家河段、大村段沉积时，物源组份复杂，特别是有许多岩浆岩和火山岩组份，这可能是影响铜矿化的因素之一。而元谋古陆及湖盆东缘古陆，是一个铜、铁为主的构造成矿带。前寒武纪基底含铜背景值较高（0.004～0.17%），各时期火成岩含铜丰度亦较高（0.2～0.045%），为矿床提供了丰富的铜质来源。

2．岩性对成矿的控制

砂岩（包括砾岩）中的储量占探获储量的84.78%，页岩中的储量仅占15.22%。与铜矿化有关的灰色岩石，亦主要发育在砂砾岩层中，泥质岩或含泥质高的层位，灰色岩石很少。灰色砂岩中含矿部分的岩石特征，在多数情况下粒度一般较粗，砾石含量较高，以钙镁质呈孔隙式胶结为主，粘土、细粉砂等杂基含量低。细砂—粉砂岩或含杂基多以基底式、充填式胶结的砂砾岩，则多数不含矿或含矿性差。如凹地苴矿床，含矿岩石的粒屑/杂基比很高，可达140；不含矿岩石中的粒屑/杂基比一般较低，在25以下。即灰色砂岩及其矿体，主要产于粒度粗、孔隙度好，杂基少、渗透性高的岩石中。

上述现象的产生与水动力条件强弱有密切关系，当流水动力较强时，细粒（指杂基）的悬浮搬运物被冲走，底冲积搬运的砂级颗粒沉积下来，在砂粒间留有孔洞，在成岩一后生一构造阶段，溶液可在其中自由运移，并在适宜的条件下沉淀出化学物质，造成孔隙式胶结的砂岩（砂砾岩），含矿好，反之，当水动力较弱或为浊流时，泥砂可一起沉积下来，形成基底式、充填式胶结的杂砂岩，不利于溶液中物质的沉淀，含矿差。

粗碎屑岩中的胶结物，主要为碳酸盐、泥质、铁质和硅质。与成矿关系密切的是碳酸盐胶结物。其组成矿物为方解石、铁方解石、白云石、铁白云石、菱铁矿等。以六苴为例，碳酸盐胶结物于红层中一般含量较低（4.66～6.30%），矿体内含量中等（5～6.7%），全灰色黄铁矿带含量普遍高于其他岩石（7.8～10.7%）。反映铜矿物的生成是在碳酸盐含量中等的弱碱性环境，一般含量大于7%时，矿化减弱。在矿化较好的地段，常常见有石英溶蚀结构，亦说明为碱性环境，而矿化弱或无矿化地段，胶结物为硅质或石英次生加大结构，表明为酸性环境，不利铜的沉淀。

3．构造对成矿的控制

灰色层和矿体分布在元谋古陆周围，呈半环状，显示了蚀源区同成矿的关系，即蚀源区是红层中砂岩铜矿床铜质的最初来源。另一方面，此地带有大量的冲积相沉积物分布，古河流可以是搬运铜质的最好营力，而且它本身具有良好的孔隙度和渗透性，又为以后含铜溶液的迁移与铜质的沉淀提供了有利空间，这点不再赘述。这里要强调的是，基底隐伏构造的作用。它们产生在滇中中生代盆地形成之前，从而造就了滇中盆地。盆地形成过程中（中生代地层沉积时）仍在继续活动，直接影响了盆地的基底形态、地层沉积厚度和沉积中心的变化。更重要的是沟通了基底与盖层之间的联系，即为油气活动、红色岩石还原为灰色岩石，提供了通道，又为地下水或地下热水的活动创造了条件。热的来源，除地热增温率（本区平均地温梯度28℃/km）外，主要与近期深部岩浆活动有关。当这种地下热水流经含盐地层时，溶滤围岩中的盐类物质，形成热卤水。热卤水对矿质有更强的溶解和淋滤作用，它可以从围岩、矿源层和先期形成的矿床中吸取出金属和非金属物质，造成一种含矿复杂的热卤水。这种热卤水，在往复循环过程中同样不断地吸取各种金属和非金属物质，矿化浓度越来越高，在适当的构造、岩性条件

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

下，压力、温度降低，H_2S的溶解度增大（即S^{2-}浓度增大），H_2S和金属卤化物便发生反应，产生硫化物沉淀，形成矿体，或叠加在早期形成的矿体之上。这是影响铜矿化的又一因素，从而出现铜矿床沿基底隐伏断裂分布这一现象。显然，应沿隐伏断裂两侧一定范围内作系统的地质调查。

矿体则受表层构造、尤其是背斜构造控制。例如六苴、凹地苴两个矿床皆分布在大雪山背斜近倾没端的两翼，倾角平缓（10～30°），灰色砂岩与矿体的分布又与背斜上次一级的火箭山穹隆有空间联系；东翼倾角陡，构造简单，灰色层不发育，矿化零星。又如郝家河矿区中的郝家河矿床与朵鸡背斜近倾没端东翼所产生的狮子山次级背斜有关，矿体即沿狮子山背斜分布，矿体侧伏方向又与狮子山背斜轴呈30°交角；清水河矿床，则出现在朵鸡背斜的倾没端，其间的杀人箐向斜、温家坟背斜可能是包容在南北向构造体系中的东西向构造片断，目前在温家坟背斜上已发现零星小矿体。

断裂构造对矿化也有一定影响，当地下水通过裂隙时即可以淋滤铜质，又可在裂隙中沉淀铜矿物，因而在某种程度上讲，断裂可控制矿体的形态。

孔隙度渗透性较好的砂岩，当其上下层为渗透性差的泥岩、粉砂岩时，气相或液相有机质或矿质的侧向运移和贮集是很明显的，灰色层沿砂岩出现在背斜顶部和上部，矿体富厚端紧靠灰紫交互带，而贫薄端则指向轴部，形成一种所谓的“鱼状”矿床。据此注意褶皱的规模是有必要的。

上述现象产生的原因可能是：早第三纪期间，由于印度板块与欧亚板块最终碰撞，造成强大的自西向东的挤压作用，驱使油气向东运移，因而东部大型穹隆、背斜和地层岩性圈闭最容易捕获油气，使红色岩石还原为灰色，形成灰色层主要出现在背斜顶部。同样，侧向挤压使矿液亦向东运移，贮集在背斜部位，受表层构造控制。从此出发，盆地东部（指大姚、牟定、楚雄一带）比西部找矿更为有利。

4．伴生组份与铜矿的关系

滇中砂岩铜矿中普遍伴生或共生有Ag、Mo、Pb等有益元素以及微量的Au。利用这些元素可反过来指导找矿勘探工作。如六苴矿床，经原生晕测量有明显的Cu、Ag、Pb异常。其他矿床也有类似情况。由紫色带、灰紫交互带至全灰色带，构成Cu、Ag、Pb的分带或Cu、Ag—Pb、Mo的分带。从已获资料，在郝家河段、凹地苴段的矿石和砂岩中，有Cu、Ag、Pb、Mo、Cr、Co、V、B、Ti、Mn等元素，一般来说，有晕则指示矿体存在，但也有一些晕只是矿化晕，并不构成矿体。因而，沿前述三条隐伏断裂进行系统的原生晕测量，寻找靶区是必要的。

此外，盆地北部伴生组分Au、Ag、Se比南部高，Mo则相反，盆地南部比北部高，这既反映了物质来源，又指明了找矿方向。

参 考 文 献

〔1〕刘昌辉等：《滇中砂岩铜矿床的实践与认识》，冶金工业出版社，1977年

〔2〕刘宝珺主编：《沉积岩石学》，地质出版社，1980年

A Further Genetic Study of the Cupreous Sandstone Deposits in Central Yunnan

Li Lei

The distribution of the deposits (including ore occurrences) discussed in this paper are not only related to the denudation district of the Kam-Yunnania land but also to some blind fault-fissures in the basement of the basin. The mineralizations are not formed in a peculiar stage. They are stratabound ore deposits of multiple phase and multiple genesis and accumulated through a series of ore formation processes (syngenesis, diagenesis, epigenesis and structural control). They are recognized as the terrigene reworked deposits controlled by stratigraphy, lithology and structure. The primary halo survey is an important prospecting tool in target area delineation.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net